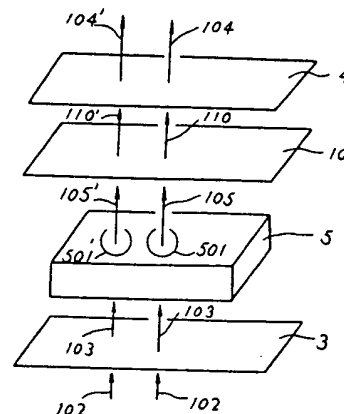


**(54) FERROELECTRIC LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT**

(11) 2-256020 (A) (43) 16.10.1990 (19) JP  
 (21) Appl. No. 64-146883 (22) 12.6.1989 (33) JP (31) 88p.325891 (32) 26.12.1988  
 (71) TOSHIBA CORP (72) MASAHIITO ISHIKAWA(3)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. G02F1/133, G02F1/1335

**PURPOSE:** To eliminate the local unequalness of display colors and to allow a high-grade display with good visibility by adding a means for converting the polarization state of the transmitted light transmitted in the parts where the thickness of a liquid crystal cell varies locally and the polarization state of the transmitted light transmitted through the other parts to the substantially and approximately the same polarization state.

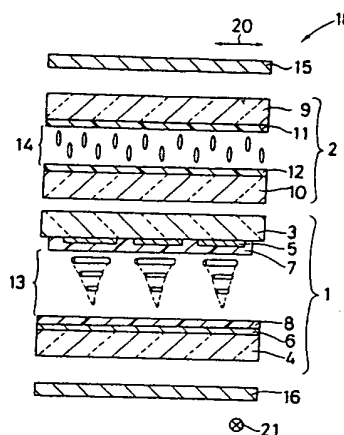
**CONSTITUTION:** Incident light 102 transmits a 1st polarizing plate 3 and becomes linearly polarized light 103 when the natural light 102 is made incident to the polarizing plate 3. The linearly polarized light 103 becomes the elliptically polarized light rays 105, 105' which depend on the cell thickness of a region 501 and a region 501' respectively by transmitting the region 501 of the desired cell thickness of the liquid crystal cell 5 and the region 501' of the cell thickness different from the desired cell thickness. The respective polarization states are made nearly the same by the means for further changing these polarization states, by which the unequal colors of the display colors are eliminated. An optical delay plate 10 is so disposed that nearly the same polarization states of the incident light rays 110 and 110' on the 2nd polarizing plate 4 are attained. The color differences of the regions 501, 501' of the different cell thicknesses are eliminated when the light rays pass the 2nd polarizing plate 4. The display having the no unequal colors is thus obt'd.

**(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

(11) 2-256021 (A) (43) 16.10.1990 (19) JP  
 (21) Appl. No. 64-267235 (22) 13.10.1989 (33) JP (31) 88p.310893 (32) 7.12.1988  
 (71) SHARP CORP (72) SHUICHI KANZAKI(2)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. G02F1/133, G02F1/1335, G02F1/1347

**PURPOSE:** To improve the dependency on visual sensation and to eliminate the gradation inversion at the time of a black and white display and the gradation inversion in a color display by laminating a visual angle compensating means on a liquid crystal display element thereby constituting the liquid crystal display device.

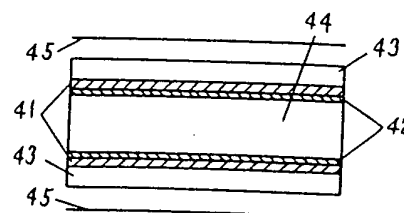
**CONSTITUTION:** The liquid crystal display cell 18 is constituted by including a liquid crystal cell 1 for display, a liquid crystal cell 2 for visual angle compensation, and a pair of polarizing oriented films 11, 12 of an org. silane system on the respective opposite surfaces of a pair of glass substrates 9, 10 and forming a liquid crystal layer 14 in which liquid crystal molecules are perpendicularly oriented when a liquid crystal material is sealed between the substrates 9 and 10. The direction of the max. main refractive index of the liquid crystal cell 2 for visual angle compensation is, therefore, perpendicular to the glass substrates 9, 10, i.e. coincides with the major axis direction (optical axis) of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer 14. The display characteristics good over the wide range of the visual angles are obt'd. in this way and the state in which the gradations are inverted at the time of display is prevented. The gradation inversion that the prescribed color display is not made is suppressed if this device is executed to the color liquid crystal display device to execute the gradation display.

**(54) LIGHT SOURCE OF DISPLAY PANEL**

(11) 2-256022 (A) (43) 16.10.1990 (19) JP  
 (21) Appl. No. 64-78860 (22) 29.3.1989  
 (71) MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (72) TSUYOSHI KAMIMURA(5)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. G02F1/133, G02F1/1333, G02F1/1335, G09F9/00

**PURPOSE:** To decrease the interference of light and to eliminate the unequal brightness of the panel by using a light source having a macroscopically gentle and continuous wavelength distribution.

**CONSTITUTION:** This cell consists of transparent electrodes 41, oriented films 42, two sheets of upper and lower glass substrates 43, a ferroelectric liquid crystal 44, and upper and lower polarizing plates 45. The unequal brightness by the unequal thickness of the cell is significant and the display grade is poor in the case of a fluorescent lamp of a 3-wavelength type when the ferroelectric liquid crystal panel having 2μm cell thickness is formed and is installed on the rear surface of the panel and when this panel is observed; however, the fluorescent lamp having the gentle wavelength distribution is used in this case. The effect of decreasing the unequal brightness by the equal thickness of the cell is obt'd. in this way.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-256021

⑬ Int.Cl.<sup>5</sup>

G 02 F

1/133  
1/1335  
1/1347

識別記号

5 0 0  
5 1 0

庁内整理番号

8806-2H  
8106-2H  
8806-2H

⑭ 公開 平成2年(1990)10月16日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全16頁)

⑮ 発明の名称 液晶表示装置

⑯ 特 願 平1-267235

⑰ 出 願 平1(1989)10月13日

優先権主張

⑱ 昭63(1988)12月7日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭63-310893

㉑ 発 明 者 神 崎 修 一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社  
内

㉒ 発 明 者 大 西 浩

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社  
内

㉓ 発 明 者 吉 水 敏 幸

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社  
内

㉔ 出 願 人 シヤープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
外1名

㉕ 代 理 人 弁理士 西教 圭一郎

明 細 書

1. 発明の名称

液晶表示装置

2. 特許請求の範囲

一対の透光性基板間に液晶層を介在して構成される液晶表示素子と、

液晶表示素子の積層方向の少なくとも一方側に配置される光学的複屈折性を有する視角補償手段と、

液晶表示素子と視角補償手段の相互に反対側に配置される一対の偏光部材とを含み、

前記視角補償手段の最大主屈折率の方向は、実質的に前記液晶表示素子の法線方向とほぼ平行に選ばれることを特徴とする液晶表示装置。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、液晶表示装置に関し、さらに詳しくは液晶表示における視角特性の改善に関する。

従来の技術

従来から液晶表示装置は、薄型軽量、低消費電

力という特徴を生かして、時計や電卓などの数値セグメント型表示装置に広く用いられてきた。近年では、さらにより多くの情報を表示するために、マトリックス型表示方式が採用されている。マトリックス型液晶表示装置は、複数の表示画素を選択的に表示駆動することによって、パーソナルコンピュータ、文章作成機(ワードプロセッサ)、複写機などのオフィスオートメーション(Office Automation)機器の表示端末として利用されている。

さらに、表示情報の高密度化、大面積化、および多様化に対応して、色情報を加えたカラー液晶表示装置などのカラー表示方式に関連して数多くの技術開発がなされている。たとえば、(1)液晶中に、色素分子の方向によって透過色が異なる色素を混入して、液晶分子の配向方向の変化に色素分子の配向を追従させて2色表示を行うゲスト・ホスト効果型液晶セルを用いた方式、(2)ツイステッドネマティック(略称TN)液晶セルとカラー偏光板とを組合わせてカラー表示を行う方式、

(3) 印加される電界に従う液晶の複屈折率変化を利用してカラー表示を行う電界制御複屈折干渉(Electrically Controlled Birefringence)型液晶セルを用いる方式、(4) 赤色、緑色、青色などのカラーフィルタ層が設けられた液晶セルにおいて、液晶層を光シャッタとして用いてカラー表示を行う方式などである。

特に上記(4)の方式は、高コントラストのマトリックス型フルカラー表示が行えるという特徴を有しており、現在最も脚光を浴びている表示方式である。この方式では、薄膜トランジスタなどの能動素子を、液晶表示装置における表示画素を選択するスイッチング手段として形成し、ネマティック液晶分子を90度傾れ配向させたアクティブ駆動型TN液晶表示方式と、液晶分子のツイスト角を90度以上とすることによって透過率-印加電圧特性の鋭い急峻性を利用したマルチプレックス駆動型スーパーツイステッドネマティック(略称STN)液晶表示方式が一般的である。

さらに、アクティブ駆動型TN液晶表示方式は、

一对の偏光板の配置の仕方によって大きく2種類に分けられる。すなわち、一对の偏光板の偏光方向を相互に平行に配置して、液晶層に電圧を印加しない状態(オフ状態)で黒色を表示するノーマリブラック方式と、偏光方向が相互に直交するように配置して、前記オフ状態で白色を表示するノーマリホワイト方式である。表示コントラスト、色再現性、表示の視角依存性などの表示特性の観点からノーマリホワイト方式が有力である。

また、マルチプレックス駆動型STN液晶表示方式では、波長依存性の少ない光シャッタ効果(白黒表示)を有する光学的補償板付加型方式が有力であり、光学的補償板として表示用液晶セルとは逆方向のツイスト角で傾れ配向させた液晶セルを用いた二層型(DSTN、Double Super Twisted Nematic)液晶表示方式と、光学的異方性を有するフィルムを用いたフィルム付加型液晶表示方式とに分類される。このうち低コスト、軽量の観点からフィルム付加型液晶表示方式が有望視されている。

#### 発明が解決しようとする課題

第16図は、従来のツイステッドネマティック型液晶表示装置における液晶表示セル17の分解断面図である。ここで参照符号は、後述する実施例と対応する部材について同一符号を用いる。液晶表示セル17は、一对のガラス基板3、4の対向する各表面に誘添加酸化インジウム(Indium Tin Oxide、略称ITO)から成る透明電極5、6がパターン形成され、その表面に配向膜7、8が被覆されている。これらガラス基板3、4は、図示しないシール樹脂を介して貼り合わされ、液晶層13が封入されて液晶表示セル17が構成される。

配向膜7、8の表面には、ラビング処理が予め施され、これによって封入された液晶層13のネマティック液晶は、第16図において模式的に示されるようにガラス基板3、4間で90°の傾れ配向をする。したがって、たとえばマトリックス状に対向して形成された電極5、6には、図示しない駆動回路が接続され、電極5、6の交差する

部位の画素に選択的に所定の電圧を印加して、液晶層13の配向状態を変化させることができる。さらにガラス基板3、4の相互に反対側には、偏光方向20、21が相互に直交するように偏光板15、16が設けられる。

たとえば電極5、6間に電圧が印加されていないときには、矢符19方向に入射した光源光は偏光板15によってその偏光方向が矢符20方向のものだけが選択的に透過する。この矢符20方向の直線偏光は、90°の傾れ配向した液晶層13を透過する際にその偏光方向が90°旋光されてガラス基板4から偏光板16へ入射する。上述したように偏光板16の偏光方向は、偏光板15の偏光方向20に対して直交方向、すなわち矢符21で示す紙面垂直方向であるから、偏光板16を光が透過する。

他方、電極5、6間に所定の電圧が印加されると、液晶層13は上記の傾れ配向を示さなくなる。したがって液晶層13に入射する光もまたその偏光方向が旋光されることはない。これによってガ

ラス基板4から偏光板16へ入射する光の偏光方向と、偏光板16の矢符21で示される偏光方向とが直交し、光は遮断されて透過されない。

第17図は、次に示す実験データおよび後述される実施例における実験データの媒介変数 $\theta$ を説明するための図である。一般に、液晶表示セル17などには、表示コントラストが最大となる特定の方向22が存在する。液晶表示セル17のガラス基板上において、たとえば表示コントラストが最大の方向22と法線23とが作る平面24を考える。この平面24内で、視線25と法線23とが成す角度を以下、「視角 $\theta$ 」と称する。

第18図は、第16図に示した構成の液晶表示セル17における光透過率-印加電圧特性の視角依存性を測定値に基づいて示すグラフである。第18図のグラフにおいて、測定線1は視角 $\theta = 0^\circ$ の場合の前記特性を示し、測定線2は視角 $\theta > 0^\circ$ の範囲の任意の視角 $\theta$ に対する特性を概括的に示す。第18図から明らかなように、視角 $\theta > 0^\circ$ における測定線2では、印加電圧が2.

5V付近で光透過率が一旦ほぼ0%となったものが、印加電圧が3.0~4.0Vの範囲において再び上昇するという光透過率の持上り現象(このときの光透過率の極大値を以下、「T・peak」と記す)が生じている。

第19図は、液晶表示セル17の視角 $\theta$ と光透過率T・peakとの関係を示すグラフである。一般に、視角 $\theta = 0^\circ$ ではT・peakは現れないが、視角 $\theta > 0^\circ$ では視角 $\theta$ を増大すれば正の相関を以てT・peak値が増大する。このため、この現象が生じる視角 $\theta > 0^\circ$ においては、液晶表示セル17の表示の際の階調がこの光透過率T・peakが存在するために反転してしまう。特に、階調表示が必要となるカラー液晶表示装置などのカラー表示においては、T・peak値が0でないために所定の色が表示されずに階調反転が生じる原因となっていた。したがって良好な視角特性を有する液晶表示装置を実現するためには、この光透過率T・peakを解消する必要がある。

本発明の出願人は、前述の光透過率T・peakを

効果的に解消するための手段として、次に述べるような数値的条件の設定に関する出願(特願昭63-72805)を既に行った。

液晶の屈折率異方性 $\Delta n (= n_o - n_e, n_o : \text{液晶分子軸方向の屈折率}, n_e : \text{液晶分子軸方向と垂直方向の屈折率})$ と液晶セルの液晶層厚 $d$ との積である値 $\Delta n \cdot d$ を次式の範囲に設定すること。

$$0.3\mu\text{m} \leq \Delta n \cdot d \leq 0.6\mu\text{m} \quad \dots (1)$$

液晶の曲げ弾性定数 $K_{11}$ と広がり弾性定数 $K_{11}$ の比 $K_{11}/K_{11}$ を1.0程度以下の値とし、かつ液晶の曲げ弾性定数 $K_{11}$ と捩れ弾性定数 $K_{22}$ との比 $K_{11}/K_{22}$ を2.0程度以上の値とすること。

第20図は、ツイステッドネマティック型液晶表示セルに用いられる液晶材料の組成比を様々な変えた場合の前記 $K_{11}/K_{11}$ と $K_{11}/K_{22}$ との関係を、測定値に基づいて「x」記号で表示したグラフである。このグラフに表われているように、従来からもほぼ知られていた事実ではあるが、一般的に、 $K_{11}/K_{11}$ と $K_{11}/K_{22}$ の間には正の

相関関係があることが判る。したがって上述したように $K_{11}/K_{11}$ の値を1.0以下に、 $K_{11}/K_{22}$ の値を2.0以上にそれぞれ設定することは、第20図に表われている正の相関関係から困難性があり、したがってT・peak値を十分に低減することもまたできない。また液晶表示装置の大面积化(たとえば5インチ以上の表示)に対応するためには、人間の視覚的特性を統計的に考慮して、光透過率T・peakが3.0%程度以下であることが望まれる。

第21図は、位相差補償板を用いて白黒表示を行う従来のスーパーツイステッドネマティック型液晶表示装置における液晶表示セル26の分解断面図である。ここで参照符号は、後述する実施例と対応する部材について同一符号を用いる。液晶表示セル26は、一対のガラス基板3、4の対向する各表面にITOから成る透明電極5、6がパターン形成され、その表面に配向膜7a、8aが被覆されている。これらガラス基板3、4は、図示しないシール樹脂を介して貼合わされ、液晶層2.

7が封入されて液晶表示セル26が構成される。

配向膜7a、8aの表面には、ラビング処理が予め施され、これによって封入されたネマティック液晶27は第21図において模式的に示されるようにガラス基板3、4間で、180度〜260度の捩れ配向、すなわち超捩れ(スーパーツイスト)配向をする。

通常、スーパーツイステッドネマティック型液晶表示装置は、液晶の超捩れ配向によって複屈折性が顕著になり、イエログリーン(いわゆるイエログリーンモード)あるいはブルー(いわゆるブルーモード)に着色している。この着色を防止し、視認性を向上するために、光学的位相差補償板を配設した白黒表示のスーパーツイステッドネマティック型液晶表示装置の開発がなされている。

第21図は、一軸延伸した高分子フィルムを光学的位相差補償板28、29として設けたスーパーツイステッドネマティック型液晶表示装置を示す。このような光学的位相差補償板28、29を用いることによって、白黒表示を行うスーパーツイステ

配置される光学的複屈折性を有する視角補償手段と、

液晶表示素子と視角補償手段の相互に反対側に配置される一対の偏光部材とを含み、

前記視角補償手段の最大主屈折率の方向は、実質的に前記液晶表示素子の法線方向とほぼ平行に選ばれることを特徴とする液晶表示装置である。

作用

本発明の液晶表示装置においては、液晶表示を行うために液晶表示素子と一対の偏光部材とが設けられる。液晶表示素子とその積層方向の少なくとも一方側の偏光部材との間には、光学的に複屈折性を有する視角補償手段が挿設される。この視角補償手段の最大主屈折率の方向は、実質的に液晶表示素子の法線方向とほぼ平行となるように設定される。ここで、最大主屈折率の方向とは、光学的に複屈折性を有する光学手段において、最大の屈折率の値を有する方向である。

さらに好ましくは、液晶表示素子と一対の偏光部材が示す光透過率-印加電圧特性において、全

ッドネマティック型液晶表示装置は、高時分割駆動が可能で表示容量が大きく、かつ白黒表示におけるコントラスト比が高く、鮮明な表示が得られる。さらにカラーフィルタ層を設けることによってカラー表示が可能であるために、いわゆるパーソナルコンピュータやワードプロセッサなどの表示装置として利用されている。しかしその一方で、液晶表示パネルを見込む仰角に対する視角依存性が大きいために、視角特性が劣るという欠点を有する。

本発明の目的は、上述した技術的問題点を解決して、広範囲の視角に対して高品質の表示が可能であり、特に階調表示が必要であるカラー液晶表示装置などにおいて、階調反転が生じることのない視角特性を有する液晶表示装置を提供することである。

課題を解決するための手段

本発明は、一対の透光性基板間に液晶層を介在して構成される液晶表示素子と、

液晶表示素子の積層方向の少なくとも一方側に

視角方向に対して、液晶表示素子のリターデーション値と視角補償手段のリターデーション値との和が等しくなるように設定する。ここで、リターデーションとは、光学的に異方性を有する媒質を伝播する正常光や異常光などを含む2種類の光の間に生じる位相差である。

偏光部材を透過した光は直線光であり、この光が液晶層を透過するとき、液晶の複屈折性に起因して正常光と異常光とを発生し、その位相差に対応した楕円偏光となる場合がある。そこで、視角補償手段によってこの位相差を解消することによって、視角補償手段を透過した光は直線偏光になる。すなわち、一般に、液晶表示素子を透過した光のリターデーション値は視角が増大する程減少する。したがって、視角が増大する程リターデーション値が増大する特性を有する視角補償手段を液晶表示素子に重合わすことによって、透過光におけるリターデーションを相殺して位相差を解消する。

これによって、本発明の液晶表示装置において、

広範囲の視角に亘って良好な表示特性を得ることができ、表示の際に階調が反転する事態を防止できる。また特に、階調表示を行うカラー液晶表示装置に本発明を実施すれば、所定の色表示がなされないといった階調反転を抑えることができる。したがって本発明に従えば、液晶表示装置の表示品位が向上する。

#### 実施例

##### 実施例 1

第1図は、本発明の一実施例である液晶表示装置の分解断面図である。液晶表示セル18は、表示用液晶セル1、視角補償用液晶セル2および一对の偏光板15、16を含んで構成される。

表示用液晶セル1は、一对の透光性基板であるガラス基板3、4の対向する各表面にITOから成る透明電極5、6がパターン形成され、さらにその表面にはたとえばポリイミド系の有機薄膜から成る配向膜7、8が形成されている。この配向膜7、8には、ガラス基板3、4間に後述する液晶材料を封入して液晶層13を形成したときに、

向は、前述したノーマリホワイト表示方式を実現するために、たとえば矢符20、21で示されるように、互いに直交する方向に設定される。

さらに、表示用液晶セル1の電極5、6に対しては、所定の電圧を液晶層13に印加して表示駆動を行うために、図示しない駆動回路などが接続されて液晶表示装置が構成される。

上記液晶層13、14の液晶材料としては、正の誘電率異方性を有するネマティック液晶材料、たとえばフェニルシクロヘキサン系化合物の一種類または複数種類が用いられるけれども、これに限定されるものではない。第1図に模式的に示されるように、液晶層13では配向膜7、8間で、電極5、6間に電圧を印加しない状態（オフ状態）でその液晶分子が90°に傾れ配向する。また液晶層14では、配向膜11、12間でその液晶分子が垂直配向する。これによって、液晶表示セル18は、電極5、6間に電圧を印加しないオフ状態で白色を表示するノーマリホワイト方式の表示を行うことができる。

その液晶分子が90°の傾れ配向するようにその表面に予めラビング処理を施しておく。

視角補償用液晶セル2は、一对のガラス基板9、10の対向する各表面に、たとえば有機シラン系の垂直配向膜11、12を形成して、ガラス基板9、10間に後述する液晶材料を封入したときに液晶分子が垂直配向した液晶層14を形成するようにする。これによって視角補償用液晶セル2における最大主屈折率の方向は、ガラス基板9、10に対して垂直、換言すれば液晶層14の液晶分子の長軸方向（光軸）に一致する。

以上の各部材を含んで構成される表示用および視角補償用液晶セル1、2は、それぞれ図示しないシール樹脂を介して貼合わされ、液晶層13、14が封入されて表示用液晶セル1および視角補償用液晶セル2が作成される。これら表示用および視角補償用液晶セル1、2は、ガラス基板3、10が相互に当接して貼合わされ、ガラス基板4、9の相互に反対側には一对の偏光板15、16が重合えられる。ここで偏光板15、16の偏光方

次に、以上の構成から成る液晶表示セル18について第2図に光透過率-印加電圧特性を示し、第3図に従来の液晶表示セル17の同特性を比較例として示す。第4図は、そのコントラスト比-視角特性を示す。第2図および第3図に示される特性曲線4、5、6、7は、以下に述べる条件下での測定結果である。

表示用および視角補償用液晶セル1、2の液晶層13、14の組成比をそれぞれ調整して、入射光の波長 $\lambda = 550 \text{ nm}$ で、液晶層13の屈折率異方性 $\Delta n_1 = 0.10$ 、液晶層14の屈折率異方性 $\Delta n_2 = 0.06$ となるように設定した。また、表示用および視角補償用液晶セル1、2の液晶層13の層厚 $d_1 = 5.0 \mu\text{m}$ 、液晶層14の層厚 $d_2 = 2.0 \mu\text{m}$ に設定した。

したがって、表示用および視角補償用液晶セル1、2の各リターデーション値は、液晶層13、14のプレティルト角がほぼ0°であると近似した場合、 $\Delta n_1 \cdot d_1 = 0.50 \mu\text{m}$ 、 $\Delta n_2 \cdot d_2 = 0.12 \mu\text{m}$ に設定される。

偏光板15を透過した直線偏光が液晶層13を透過するとき液晶の複屈折性に起因して正常光と異常光とが発生し、それらの位相差に対応して透過光が楕円偏光となる場合がある。そこで、上記各条件に基づいて構成された視角補償用液晶セル2は前記位相差を解消し、これら表示用および視角補償用液晶セル1、2を透過する光を再び直線偏光とする。

これは第5図の測定線 $\ell 22$ に示されるように、表示用液晶セル1を透過した光におけるリターデーション値は視角 $\theta$ が大きくなる程小さくなるのに対して、第6図の測定線 $\ell 23$ に示されるように、視角補償用液晶セル2においては視角 $\theta$ が大きくなる程リターデーション値が大きくなるために、これら表示用および視角補償用液晶セル1、2が積層された液晶表示セル18においては、前記各リターデーション値が相殺され、透過光の位相差が解消するためである。

これによって、偏光板15を透過した矢符20方向の直線偏光は、表示用および視角補償用の両

液晶セル1、2を透過しても直線偏光の状態を保つ。したがって偏光板16には矢符21方向とは垂直方向の直線偏光が入射して遮断され、液晶表示セル18を第1図下方側から見ると、階調反転のない液晶表示が行われる。

また液晶表示セル18を第1図下方側から見るときの前記視角 $\theta$ が或る程度以上大きくなると、偏光板16などの表面における全反射が起こり、液晶表示セル18による表示内容が視認できなくなる。一方、従来例において、液晶表示セル17を用いた場合には $0^\circ$ 以外の任意の視角 $\theta$ で前記光透過率 $T^*$  peakが現れてしまう。しかしながら実際には、上記全反射の発生などにより、臨界角 $\theta_c$ （たとえば約 $50^\circ$ 程度）付近において前記光透過率 $T^*$  peakの発生を解消するようにすれば充分であると言える。

第2図において、曲線 $\ell 4$ は視角 $\theta = 0^\circ$ の場合の光透過率-印加電圧特性であり、曲線 $\ell 5$ はたとえば視角 $\theta = 45^\circ$ の場合の同特性である。また第3図に示される比較例において、曲線 $\ell 6$

は視角 $\theta = 0^\circ$ の場合の従来の光透過率-印加電圧特性であり、曲線 $\ell 7$ は視角 $\theta = 45^\circ$ の場合の同特性である。

第2図（実施例）および第3図（比較例）を比較すれば明かなように、視角 $\theta = 0^\circ$ の場合の光透過率-印加電圧特性曲線 $\ell 4$ 、 $\ell 6$ は共にほぼ同様の傾向を示し、特に印加電圧が4.0V以上においては光透過率は共にほぼ0%に遮断されている。

一方、視角 $\theta = 45^\circ$ の場合の特性曲線 $\ell 5$ 、 $\ell 7$ を比較すると、第2図の実施例においては印加電圧が3.0V以上で光透過率がほぼ0%であるのに対して、第3図に示される比較例の特性曲線 $\ell 7$ では印加電圧が2.5V付近で光透過率がほぼ0%に一旦遮断されるけれども、印加電圧が3.0~4.0Vの間において再び光透過率が上昇する持上り現象が発生している。

したがって本発明によれば、視角 $\theta > 0^\circ$ の場合における光透過率 $T^*$  peakを解消することができ、白黒表示やカラー表示における階調反転など

といった表示状態が改善されて液晶表示装置の表示品位が向上する。

このような効果は、視角 $\theta$ が臨界角 $\theta_c$ と $0^\circ$ との間でのみ達成されるものではなく、前述したように視角 $\theta > 0^\circ$ である限り、任意の視角 $\theta$ に対して実現できるものである。前記臨界角 $\theta_c$ は、全反射などを勘案した場合の実用上の範囲を示すにすぎないものである。

第4図のコントラスト比-視角特性において、曲線 $\ell 8$ は第2図に対応し、印加電圧が0Vにおける光透過率の光透過率 $T^*$  peakに対する比で与えられるコントラスト比が視角 $\theta$ について示されている。また曲線 $\ell 9$ は、第3図に対応する比較例の同特性を示す。第4図から、液晶表示セル18において視角補償用の液晶セル2を用いることによって、従来と比較してコントラスト比が視角 $\theta$ 全域に亘って向上し、視角特性が改善されることが解る。

なお、実用的な視角範囲( $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ )において光透過率 $T^*$  peak $\approx 0\%$ としてコントラ

スト比を向上するためには、表示用および視角補償用液晶セル1, 2のリターデーション値 $\Delta n_1 \cdot d_1$ ,  $\Delta n_2 \cdot d_2$ としては、次式の範囲に設定することが好ましい。

$$0.3\mu\text{m} < \Delta n_1 \cdot d_1 < 0.6\mu\text{m} \quad \dots (2)$$

$$0.05\mu\text{m} < \Delta n_2 \cdot d_2 < 0.3\mu\text{m} \quad \dots (3)$$

本発明の他の実施例として、第1図に示した液晶表示セル18の視角補償用液晶セル2の代わりに、高分子液晶材料から成形したフィルム状物を視角補償手段として用いてもよい。すなわち、極性を有する高分子液晶材料を高温で溶融させる。この溶融した高分子液晶材料に所定の電圧を印加する。これによって液晶はその極性によって高分子の長軸が電圧印加方向に配向する。このように液晶分子の長軸が電圧印加方向に配向した状態で、加熱溶融された高分子液晶材料を冷却して硬化させる。これによって硬化した高分子液晶材料中の液晶高分子の長軸は、一定方向にその配向方向が固定される。こうして形成された高分子液晶材料から成るフィルム状物は、光学的複屈折性を有す

で表されるポリスチレンから成るフィルム状物においては、フィルムの厚み方向（すなわちフィルム面に対する法線方向）にベンゼン環が配位する状態となる。したがって電子の分布密度の偏りがフィルムの厚み方向に増大し、フィルム面に沿った屈折率よりもその厚み方向の屈折率が大きくなる。すなわち、このようなフィルム状物は、本発明に従う実質的に最大主屈折率の方向が法線方向にある光学的複屈折性を有する視角補償手段の1つを実現する。

前記ポリスチレンフィルムを液晶表示素子の少なくとも一方側に配置することによって、液晶表示の視角依存性を改善することができる。後述するように、このポリスチレンフィルムから成る視角補償手段は、前述した光学的位相差補償板28, 29などの位相差補償手段を用いた液晶表示装置に対して顕著な効果を達成する。

第7図は、本発明の他の実施例である液晶表示装置の分解断面図である。ここで参照符号は、第1図示の実施例と対応する部材については同一符

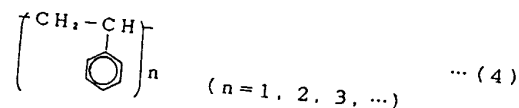
る。

上述のようにして形成されたフィルム状の視角補償手段の最大主屈折率の方向である液晶高分子の長軸の方向を、液晶表示素子の光透過方向とは平行である80度～90度の範囲に設定して液晶表示セルを構成する。このような構成の液晶表示セルについても、第1図示の液晶表示セル18と同様に、液晶表示の視角依存性が改善されることが本件発明者らの研究によって明らかとなっている。

また、イオン性結晶材料から、上記高分子液晶材料と同様に、加熱溶融状態で電界を印加した後、冷却して硬化することによっても光学的複屈折性を有するフィルム状物を形成することができ、これを視角補償手段として用いて液晶表示の視角依存性を改善することもできる。

#### 実施例2

化学構造が一般式、



号を用いる。液晶表示セル31は、一對のガラス基板3, 4の対向する各表面にITOから成る透明電極5, 6がパターン形成され、その表面にはポリイミド系高分子から成る配向膜7, 8が被覆されている。配向膜7, 8の各表面は、ガラス基板3, 4間に後述する液晶材料を封入して液晶層32を形成したときに、その液晶分子が90度傾れ配向するようにその表面に予めラビング処理が施されている。これらガラス基板3, 4は、図示しないシール樹脂を介して貼合わされ、液晶層32が封入されて液晶表示セル31が構成される。

ガラス基板3, 4の相互に反対側には、位相差補償板28, 29が配置され、さらに位相差補償板28, 29の相互に反対側には、偏光板15, 16が設けられる。さらにまた位相差補償板29と偏光板16との間には、本発明に従う視角補償板30が挿設される。

上記液晶層32の液晶材料としては、正の誘電率異方性を有するネマティック液晶材料、たとえばフェニルシクロヘキサン(PCH)系液晶にツ



イスト方向を規制するためにカイラルドーパントとしてS-811(メルク社製)を0.1wt%添加した混合液晶を用いる。液晶層32の屈折率異方性 $\Delta n_3 = 0.096$ であり、液晶層32の層厚 $d_3 = 6.0 \mu m$ に設定する。

位相差補償板28, 29は、ポリカーボネートから成る一軸延伸フィルムであり、この位相差補償板28, 29の法線方向に伝播する光に対するリターデーション値は200nmである。視角補償板30は、前記ポリスチレンから形成され、視角補償板30の法線方向に伝播する光に対するリターデーション値は、視角補償板30の平面に沿った方向の2種類の主屈折率を $n_+$ ,  $n_-$  ( $n_+ > n_-$ )、視角補償板30の板厚を $d_5$ として( $n_+ - n_-$ ) $d_5 = 30 \text{ nm}$ であり、視角補償板30においてその平面に沿った方向に伝播する光に対するリターデーション値、すなわち最大主屈折率を与える視角補償板30の法線方向の主屈折率を $n_+$ として( $n_+ - n_-$ ) $d_5 = 70 \text{ nm}$ である。

第8図は、液晶表示セル31の基板面に垂直な

方向から見た液晶分子の配向角度ならびに位相差補償板28, 29、視角補償板30、および偏光板15, 16の各設定角度を示す。第8図では、液晶表示セル31の基板面に対して、図面上下方向および左右方向をそれぞれ6時-12時方向および3時-9時方向と想定する。以下、第11図および第14図にても同様とする。

ねれ配向した液晶層32のガラス基板3側界面における液晶分子の長軸方向は、6時方向から9時方向に45度傾いた矢符a3方向であり、ガラス基板4側界面における液晶分子の長軸は、前記矢符a3方向からさらに90度ねられた矢符a4方向である。

位相差補償板28, 29における屈折率最大方向(光軸方向)a28, a29は、それぞれ前記矢符a4方向および矢符a3方向である。また偏光板15の偏光方向は、6時方向から3時方向へ25度の矢符a15方向に配置され、偏光板16の偏光方向は、6時方向から3時方向へ65度の矢符a16方向に設定される。さらに視角補償板

30は、その延伸方向すなわち前記主屈折率 $n_+$ を与える方向が3時-9時方向に配置される。これらの各配置方向の相互関係は、液晶表示における視角が拡大し、コントラスト比が向上するように適宜決められる。これは後述の第11図および第14図に関しても同様である。

第9図は、液晶表示セル31におけるコントラスト比の視角依存性を示すグラフである。第9図(1)は液晶表示セル31の基板面に対して垂直な前記6時-12時方向を含む平面から見た場合のコントラスト比-視角特性 $\ell_{10}$ を従来の液晶表示セル17の同特性 $\ell_{11}$ と比較して示し、第9図(2)は同じく3時-9時方向を含む平面から見た同特性 $\ell_{12}$ を従来の同特性 $\ell_{13}$ と比較して示す。

第9図から、コントラスト比が5以上において、6時-12時方向の視角特性が26度以上、3時-9時方向の視角特性が7度以上それぞれ広く改善されていることが解る。

以上の実施例では、ツイステッドネマティック

型液晶表示装置に関して本発明を説明したけれども、他のたとえば液晶のねれ配向を90°以上としたスーパーツイステッドネマティック型液晶表示装置などに関連しても、本発明を実施することができる。

#### 実施例3

第10図は、本発明のさらに他の実施例である液晶表示装置の分解断面図である。第10図の実施例と対応する部材については同一符号を用いる。液晶表示セル33は、一対のガラス基板3, 4の対向する各表面にITOから成る透明電極5, 6がパターン形成され、その表面にはポリイミド系高分子から成る配向膜7a, 8aが被覆されている。配向膜7a, 8aの各表面は、ガラス基板3, 4間に後述する液晶材料を封入して液晶層34を形成したときに、その液晶分子が240度の超ねれ配向するようにその表面に予めラビング処理が施されている。これらガラス基板3, 4は、図示しないシール樹脂を介して貼合わされ、液晶層34が封入されて液晶表示セル33が構成される。

ガラス基板3, 4の相互に反対側には、位相差補償板28, 29が配置され、さらに位相差補償板28, 29の相互に反対側には偏光板15, 16が配置される。位相差補償板29と偏光板16との間には、本発明に従う視角補償板35が挿設される。

上記液晶層34の液晶材料としては、たとえば正の誘電率異方性を有するフェニルシクロヘキサン(PCH)系とビリジン系のネマティック液晶にツイスト方向を規制するためにカイラルドーパントとしてS-811(メルク社製)を0.76wt%添加した混合液晶を用いる。液晶層34の屈折率異方性 $\Delta n_4 = 0.123$ であり、液晶層34の層厚 $d_4 = 7.5 \mu m$ に設定した。

位相差補償板28, 29は、ポリカーボネートから成る一軸延伸フィルムであり、位相差補償板28, 29の法線方向に伝播する光に対するリターデーション値はそれぞれ $400 nm$ である。また視角補償板35は前記ポリスチレンから成り、板厚を $d_6$ とするとその法線方向に伝播する光

に対するリターデーション値 $(n_e - n_o) d_6 = 30 nm$ であり、視角補償板35においてその平面方向に伝播する光に対するリターデーション値 $(n_e - n_o) d_6 = 70 nm$ である。

第11図は、液晶表示セル33における液晶分子の配向角度ならびに位相差補償板28, 29、視角補償板35、および偏光板15, 16の各設定角度を示す。液晶層34において、ガラス基板3側界面の液晶分子の長軸方向は、6時方向から3時方向へ $60$ 度の矢符 $a_3$ 方向であり、したがってガラス基板4側界面における液晶分子の長軸方向は、前記長軸方向 $a_3$ から反時計方向に $240$ 度振れた矢符 $a_4$ 方向である。

また位相差補償板28の屈折率最大方向(光軸方向)は、6時方向から9時方向へ $20$ 度の矢符 $a_{28}$ 方向であり、位相差補償板29の屈折率最大方向は6時方向から3時方向へ $20$ 度の矢符 $a_{29}$ 方向に配置される。さらに偏光板15は、その偏光方向 $a_{15}$ が6時方向から3時方向に $10$ 度の角度で配置され、偏光板16は、その偏光方

向 $a_{16}$ が6時方向から3時方向へ $80$ 度の角度で配置される。さらにまた視角補償板35は、前記主屈折率 $n_e$ を与える矢符 $a_{35}$ 方向が6時方向から3時方向へ $65$ 度の角度に配置される。

第12図は、液晶表示セル33におけるコントラスト比の視角依存性を示すグラフである。第12図(1)は、液晶表示セル33の基板面に対して垂直な前記6時-12時方向を含む平面から見た場合のコントラスト比-視角特性 $\ell_{15}$ と従来の液晶表示セル26における同特性 $\ell_{14}$ を示す。第12図(2)は、液晶表示セル33の基板面に垂直な前記3時-9時方向を含む平面から見た場合のコントラスト比-視角特性 $\ell_{17}$ と従来の液晶表示セル26における同特性 $\ell_{16}$ を示す。

第12図から、6時-12時方向の視角特性がコントラスト比5において従来よりも5度広くなることが解る。

#### 実施例4

第13図は、本発明のさらにまた他の実施例である液晶表示装置の分解断面図である。液晶表示

セル36において、表示用液晶セル37の構造および液晶層34の液晶材料は、実施例3と同様である。液晶セル37におけるガラス基板3, 4の相互に反対側には、位相差補償板29と積層化された位相差補償板28aが配置される。積層化された位相差補償板28aは、位相差補償板39, 40から成る。また位相差補償板28a, 29の相互に反対側には、一対の偏光板15, 16が配置される。さらに位相差補償板29と偏光板16との間には、本発明に従う視角補償板38が挿設される。

位相差補償板39, 40; 29は、ポリカーボネートから成る一軸延伸フィルムであり、位相差補償板39, 40; 29の各法線方向に伝播する光に対するリターデーション値は、それぞれ $200 nm$ ,  $200 nm$ ,  $400 nm$ である。

また視角補償板38は、前記ポリスチレンから成り、その法線方向に伝播する光に対するリターデーション値 $(n_e - n_o) d_4 = 30 nm$ であり、視角補償板38におけるその平面方向に伝播する

光に対するリターデーション値  $(n_e - n_o) d$   $4 = 70 \text{ nm}$  である。

第14図は、液晶表示セル36における液晶分子の配向角度ならびに位相差補償板39、40、29、視角補償板38、および偏光板15、16の各設定角度を示す。液晶層34において、ガラス基板4側界面の液晶分子の長軸方向は、6時方向から9時方向へ60度の矢符a4方向であり、したがってガラス基板3側界面における液晶分子の長軸方向は、前記a4方向から反時計方向に240度振れた矢符a3方向である。

位相差補償板39の屈折率最大方向（光軸方向）は、6時方向から9時方向へ55度の矢符a39方向であり、位相差補償板40の屈折率最大方向は6時方向から9時方向へ25度の矢符a40方向である。したがって位相差補償板39、40は、相互にその屈折率最大方向が30度の角度を成す。また位相差補償板29の屈折率最大方向は、6時方向から3時方向へ25度の矢符a29方向である。

層化することによって、コントラスト比を高め、鮮明な白黒表示とすることができる。

以上説明したように、光学的複屈折性を有し、その最大主屈折率の方向が実質的に表示用液晶セルの基板面に対して法線方向となるような視角補償手段を、液晶セル、高分子液晶材料やイオン性結晶材料から成形したフィルム状物、あるいはポリスチレンから成るフィルム状物のようにその厚み方向に電子の分布密度の偏りが生じる高分子材料その他によって実現する。

そのような視角補償手段においては、一般に、液晶セル基板に垂直方向またはフィルム状物の厚み方向に伝播する光のリターデーション値は視角が大きくなる程増大する。好ましくは、表示用液晶セルのリターデーション値と視角補償手段のリターデーション値との和が、視角に依存して変化しないように設定する。このような視角補償手段を表示用液晶セルと重合わせて用いることによって、表示用液晶セルの透過光に生じる位相差を解消して、階調反転のない視角特性を有する液晶表

さらに偏光板15の偏光方向a15は、6時方向から9時方向へ40度の角度を有し、偏光板16の偏光方向a16は6時方向から3時方向へ75度の角度を有する。視角補償板38の前記主屈折率 $n_e$ を与える矢符a38方向は、偏光板16の偏光方向a16と平行に配置される。

第15図は、液晶表示セル36におけるコントラスト比の視角依存性を示すグラフである。第15図(1)は、液晶表示セル36の基板面に対して垂直な前記6時-12時方向を含む平面から見た場合のコントラスト比-視角特性 $\ell 19$ と従来の液晶表示セル26における同特性 $\ell 18$ を示す。第15図(2)は、液晶表示セル36の基板面に垂直な前記3時-9時方向を含む平面から見た場合のコントラスト比-視角特性 $\ell 21$ と従来の液晶表示セル26における同特性 $\ell 20$ を示す。

第15図から、6時-12時方向における視角特性が実施例3よりも改善され、また従来よりもコントラスト比5における視角が10度広くなることが解る。このように位相差補償板28aを多

示を実現し、表示品位を向上することができる。

以上の実施例に示されるように、本発明によれば、表示方式がノーマリホワイト方式およびノーマリブラック方式のいずれの場合においても、光透過率 $T$ ・peakの解消を視角補償用液晶セル2や視角補償板30、35、38などを用いて行い、視角特性を改善することができる。

さらに本発明が、薄膜トランジスタやMIM (Metal Insulator Metal) 素子、ダイオードなどといった能動素子を用いて表示駆動を行うアクティブ駆動型液晶表示装置などに対しても好適に実施できることは勿論である。

#### 発明の効果

本発明によれば、液晶表示素子に視角補償手段を積層して液晶表示装置を構成するようにしたので、液晶表示における表示の視角依存性は改善し、白黒表示の際の階調反転やカラー表示における階調反転が解消する。したがって、液晶表示装置の表示品位は格段に向上する。

#### 4、図面の簡単な説明

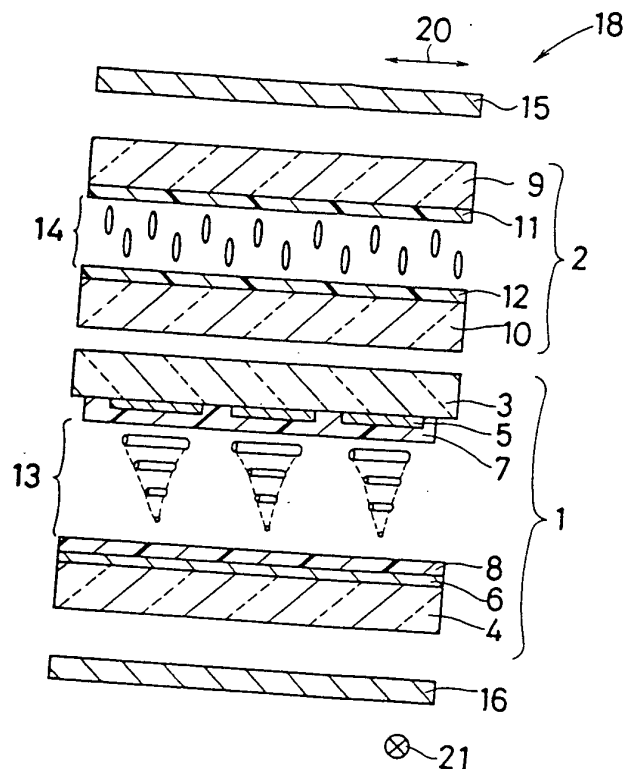
第1図は本発明の一実施例である液晶表示装置の構成を示す分解断面図、第2図は液晶表示セル18の光透過率-印加電圧特性を示すグラフ、第3図は比較例として従来の液晶表示セル17の光透過率-印加電圧特性を示すグラフ、第4図はコントラスト比の視角依存性を示すグラフ、第5図は表示用液晶セル1におけるリターデーション値の視角依存性を示すグラフ、第6図は視角補償用液晶セル2におけるリターデーション値の視角依存性を示すグラフ、第7図は本発明の他の実施例である液晶表示装置の構成を示す分解断面図、第8図は液晶表示セル31における各配設角度の相互関係を示す図、第9図は液晶表示セル31におけるコントラスト比の視角依存性を示すグラフ、第10図は本発明のさらに他の実施例である液晶表示装置の構成を示す分解断面図、第11図は液晶表示セル33における各配設角度の相互関係を示す図、第12図は液晶表示セル33におけるコントラスト比の視角依存性を示すグラフ、第13図は本発明のさらにまた他の実施例である液晶表

示装置の構成を示す分解断面図、第14図は液晶表示セル36の各配設角度の相互関係を示す図、第15図は液晶表示セル36におけるコントラスト比の視角依存性を示すグラフ、第16図は従来の液晶表示セル17の構成を示す分解断面図、第17図は視角 $\theta$ を定義するための図、第18図は従来の液晶表示セル17における光透過率-印加電圧特性を示すグラフ、第19図は液晶表示セル17における光透過率の視角依存性を示すグラフ、第20図は各種液晶材料における弾性定数比 $K_{11}/K_{11}$ と $K_{33}/K_{33}$ の相互関係を示すグラフ、第21図は従来の液晶表示セル26の構成を示す分解断面図である。

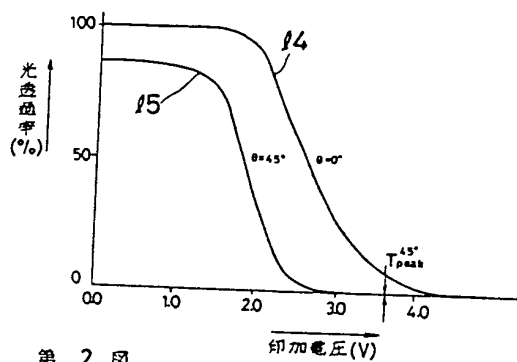
1…表示用液晶セル、2…視角補償用液晶セル、3, 4, 9, 10…ガラス基板、5, 6…透明電極、7, 8, 7a, 8a, 11, 12…配向膜、13, 14, 27, 32, 34…液晶層、15, 16…偏光板、17, 18, 26, 31, 33, 36…液晶表示セル、20, 21…偏光方向、28, 29, 39, 40…位相差補償板、30, 3

5, 38…視角補償板

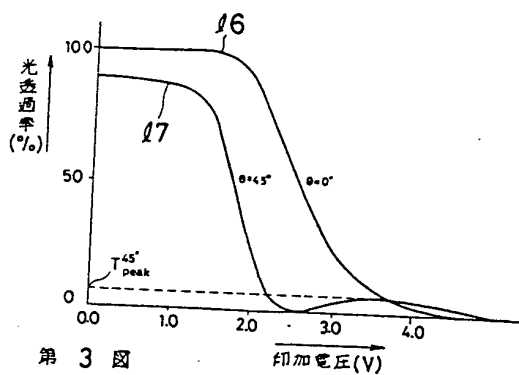
代理人 弁理士 西教 圭一郎



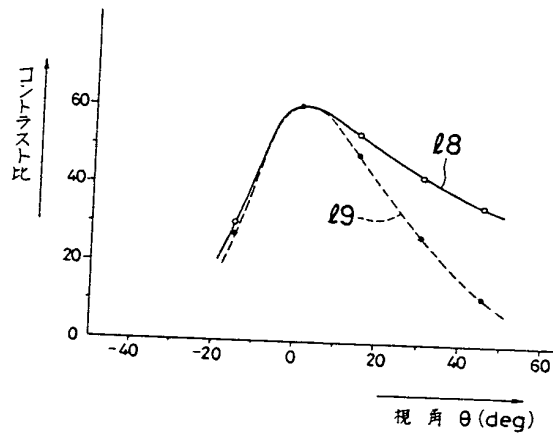
第1図



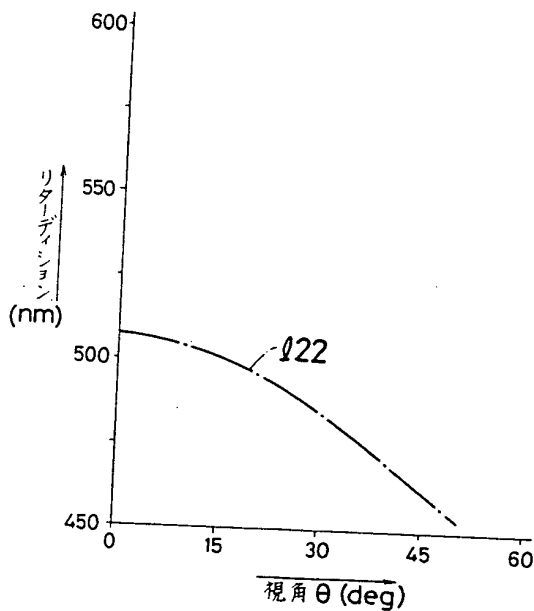
第 2 図



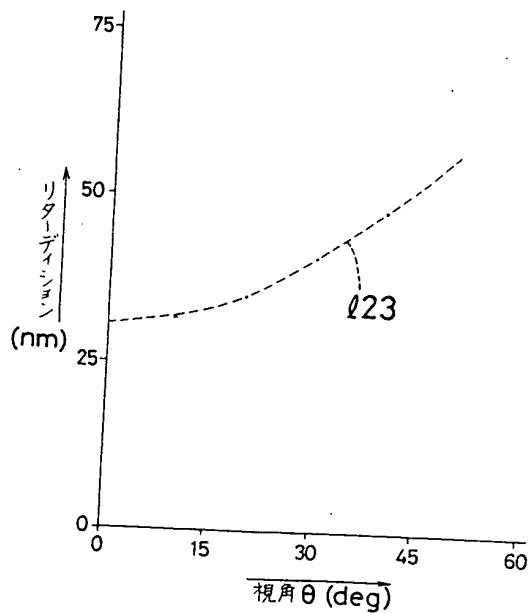
第 3 図



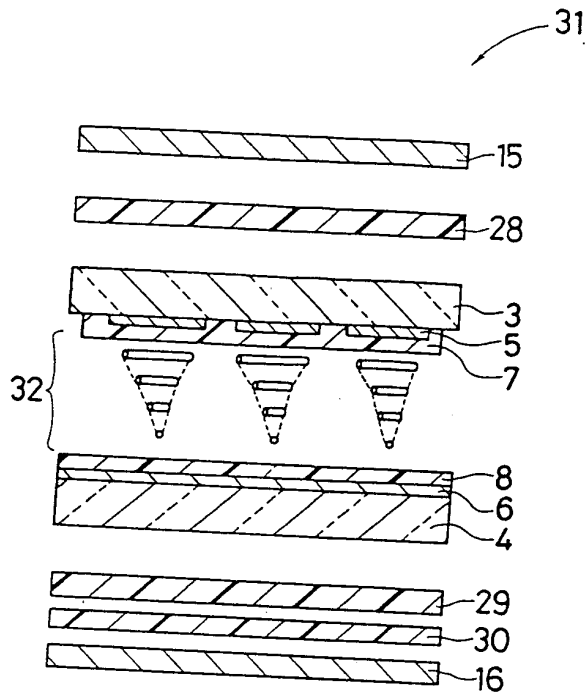
第 4 図



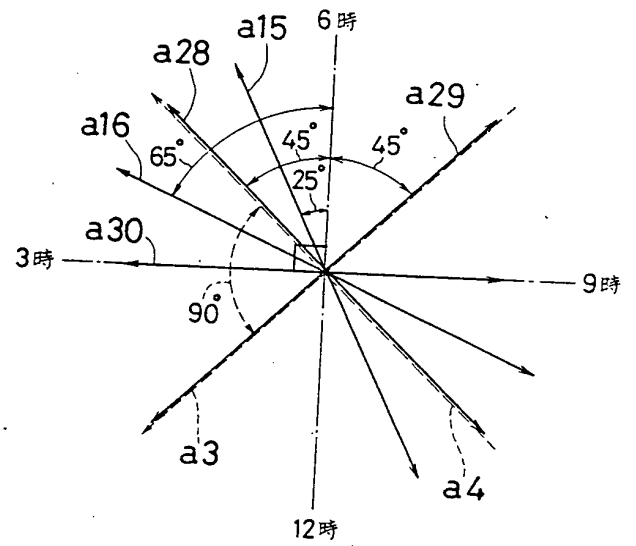
第 5 図



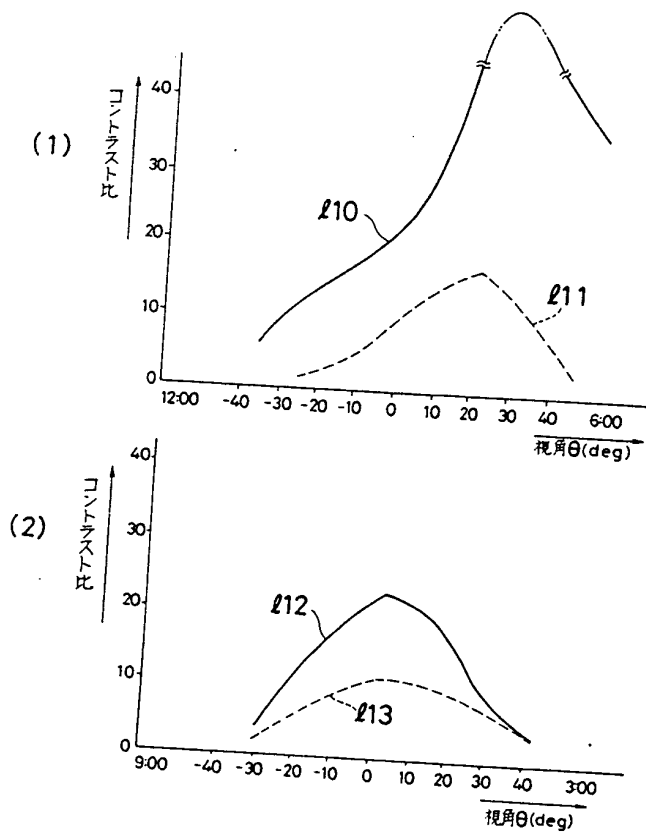
第 6 図



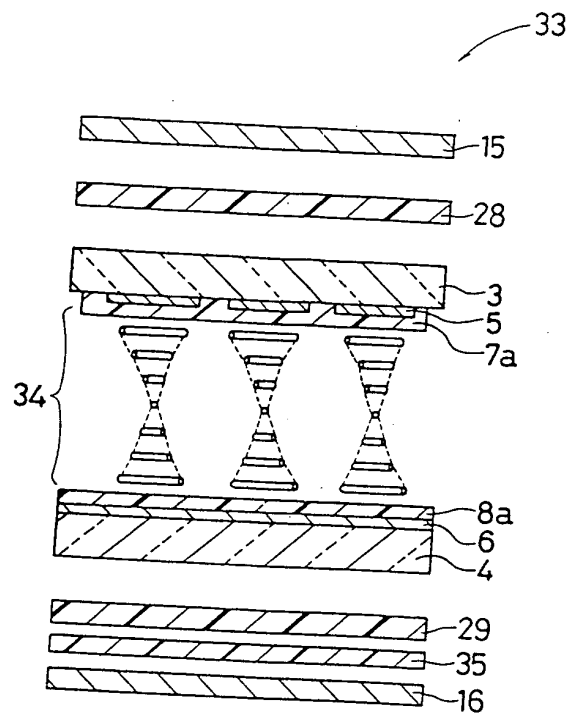
第 7 図



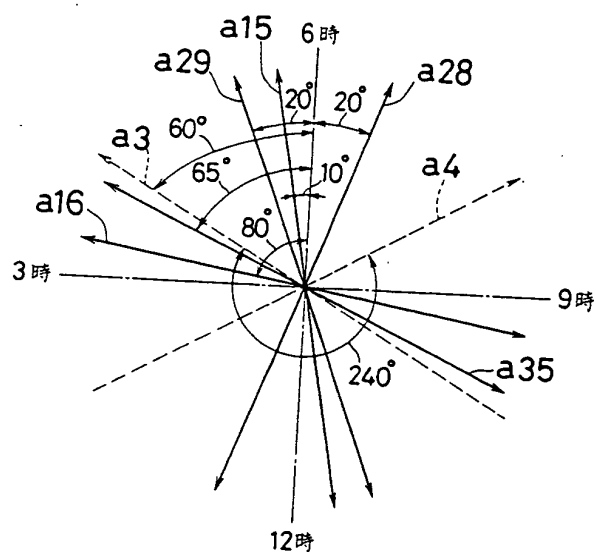
第 8 図



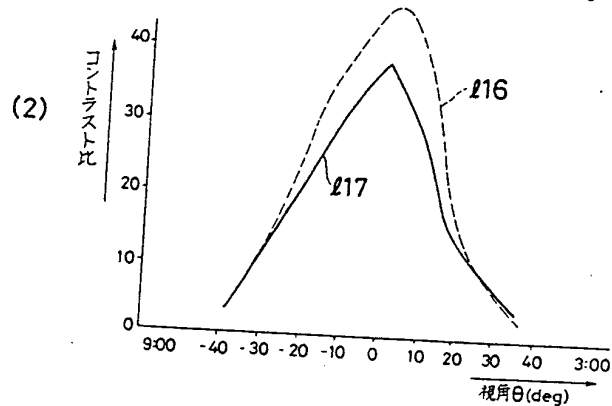
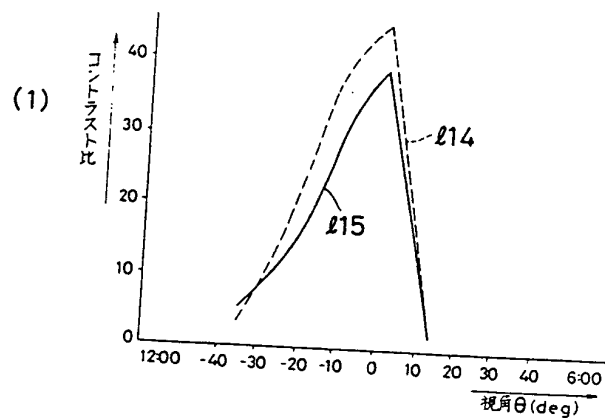
第 9 図



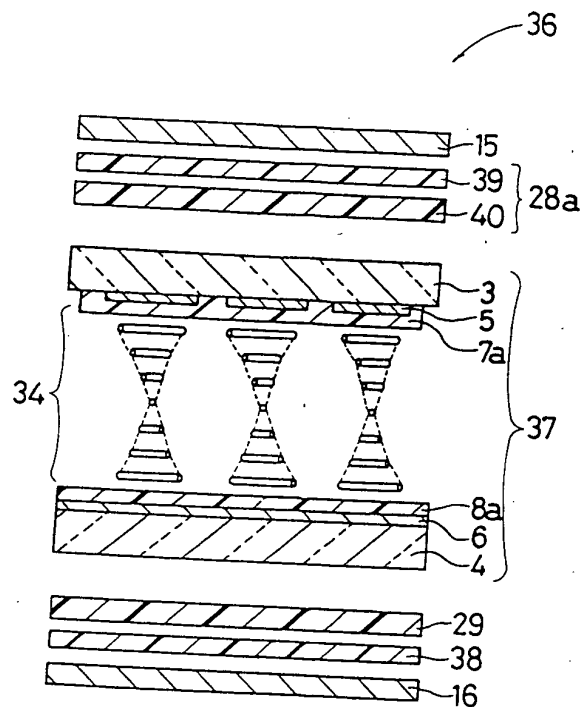
第 10 図



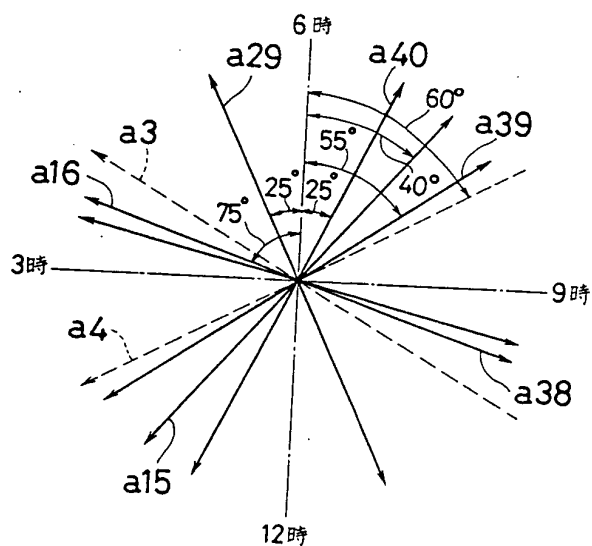
第 11 図



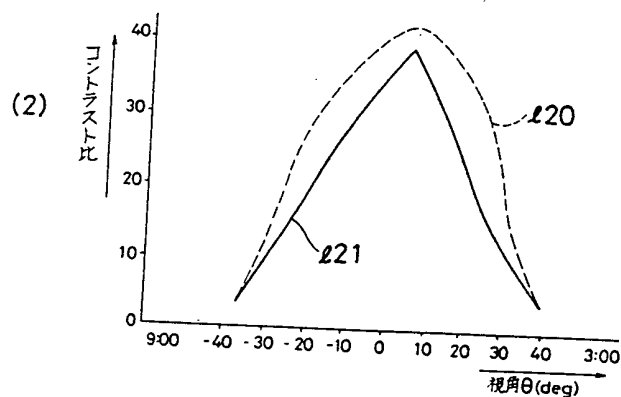
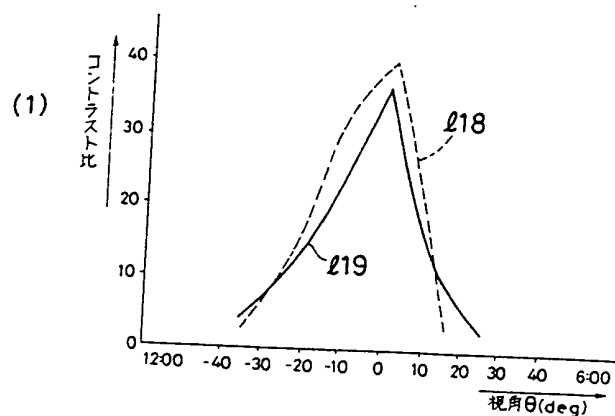
第 12 図



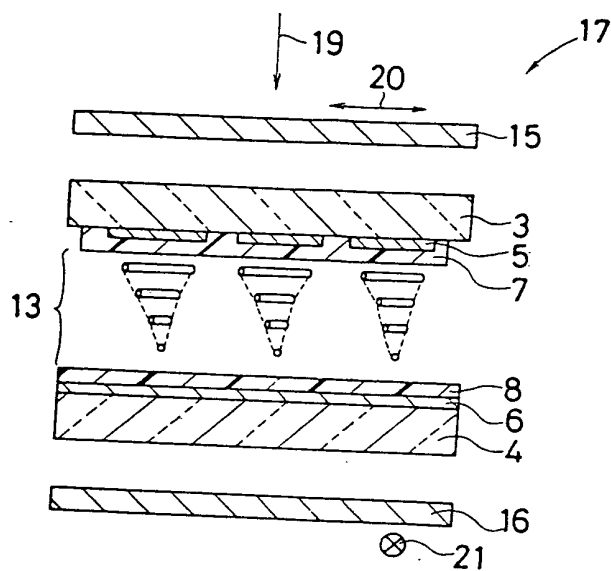
第 13 図



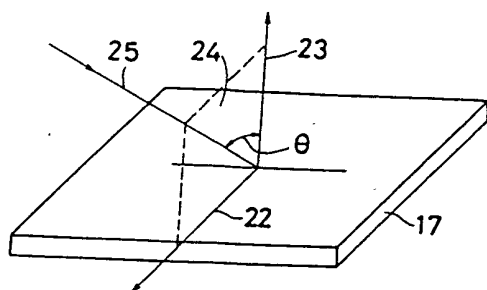
第 14 図



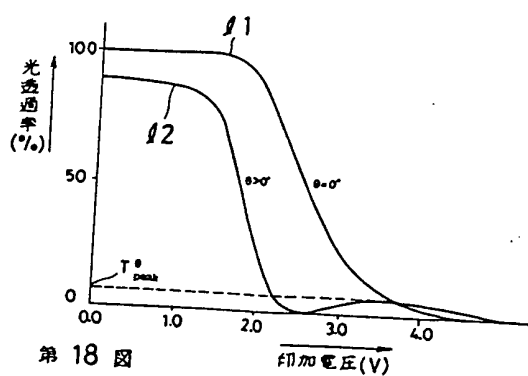
第 15 図



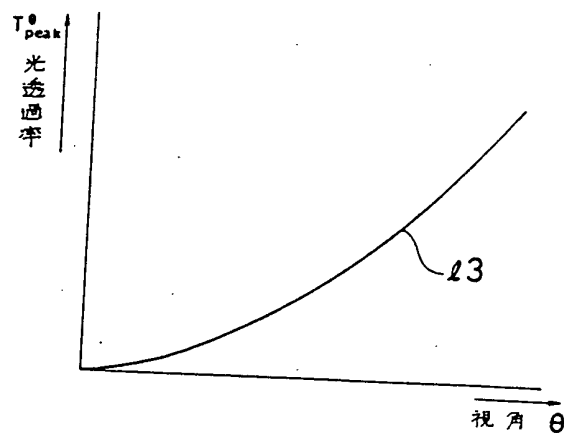
第 16 図



第 17 図

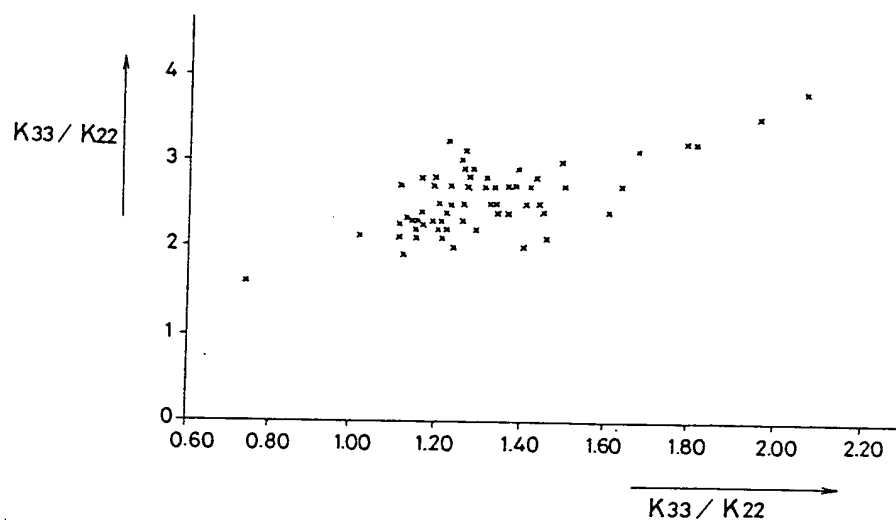


第 18 図

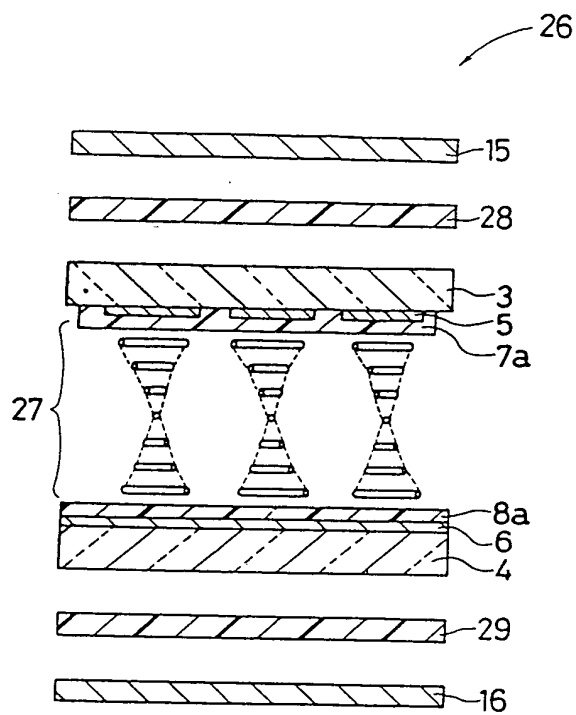


第 19 図





第 20 図



第 21 図